

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

# 耐久消費財からの廃棄物に対するリデュース政策の 経済分析

著者	赤石 秀之
出版者	法政大学経済学部学会
雑誌名	経済志林
巻	81
号	2・3・4
ページ	213-237
発行年	2014-03-31
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10114/8943">http://hdl.handle.net/10114/8943</a>

# 耐久消費財からの廃棄物に対する リデュース政策の経済分析

赤 石 秀 之

## 1. 問題の所在と分析の目的

日本の廃棄物管理政策は、循環型社会形成推進基本法に基づき確実に進展してきている。それは、多種多様な製品に対してリサイクルを義務付ける法制度が制定・施行されてきていることから伺えるであろう<sup>1)</sup>。その中でも、家電（テレビ・エアコン・冷蔵庫・洗濯機など）、自動車、パソコンといった現代社会では必需品としてみなされる耐久消費財に対してリサイクルを促進するための法制度も存在し、耐久消費財からの廃棄物に対する社会的関心の高さが伺える。このような現在の廃棄物管理政策は、二つの大きな特徴を持っているといえることができる。それらは、「リサイクル優先主義」と「拡大生産者責任」である。

最初の「リサイクル優先主義」については、廃棄物管理における優先順位との関係から述べるることができる。現在の廃棄物管理政策の基本的な枠組みを提供する循環型社会形成推進基本法によると、天然資源消費の最小化と環境負荷の抑制を達成する社会として定義された「循環型社会」を構築するために不可欠な原則として、廃棄物管理に関する優先順位が明示さ

---

1) それらは、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、建設リサイクル法、食品リサイクル法そして自動車リサイクル法と、多種多様な製品ごとにリサイクルの仕組みを構築することを企図している。

れている（第2条第1項）。それは、第1に製品等が廃棄物等となることを抑制する、いわゆるリデュースである。そして第2に排出された廃棄物等については出来る限り資源として適正に利用する、リユース・リサイクルである。最後にどうしても利用できないものは焼却・埋立てを通じて、適正に処分することである。

現在行われている個別リサイクル法では、特に第2のリサイクル促進に焦点が当てられている。もちろん、第1のリデュースを全く無視しているわけではない。例えば資源有効利用促進法では、廃棄物リデュースの方法として、製造・加工業者に対しては製品の省資源化、部品の耐久性向上、修理体制の充実・部品の保有そして製品出荷時の容器包装の利用の合理化を、さらに販売・修理事業者に対しては製品に係る容器包装の利用の合理化や製品のリペアー・アップグレードなどを求めている。また、個別リサイクル法では、消費者に対しては、繰り返し使用可能な容器包装の使用や容器包装の過剰使用の抑制を、そして耐久消費財に関しては出来るだけ長期間保有することを求めている。以上のように、各種法律では各経済主体に対してリデュースのための具体的な取組みを定めてはいるが、それは何らかの強制力を持つものではなく、あくまでも自主的な取組みを求めるものである。

その結果、家電リサイクル法などでは法施行後の数回の見直し段階においてリユースの視点について議論が活発になってきている一方で、リデュースについては議論の余地があるにも関わらず、全く話題にすら挙げられていないのである。

次の「拡大生産者責任」については、製品が廃棄物となる際に製品生産者に対して再資源化などの処理義務を負わせるための責任概念であり、それは現在の廃棄物管理政策の中心的な政策原理となっている。この政策原理が採用された背景には、廃棄物となった使用済み製品の再資源化を含めた処理をその製品生産者が最も効率的に行えるという認識がある。従来の自治体による使用済み製品の処理には技術的な限界があり、希少資源や有

害物質の回収が不十分なものとなりやすい傾向があった。そこで、製品の設計段階から情報を有する生産者に対して使用済み製品の処理を行わせる方がより効率的に希少資源の回収が可能となり、また有害物質の適切な回収・処理が可能になると考えられたからである。これは、前述した家電、自動車、そしてパソコンなどの耐久消費財の場合には特に有効な政策原理であると考えられる。なぜならば、自治体による処理が困難となるのは製品内部に希少金属、有害物質を始め様々な物質が用いられているような耐久消費財がほとんどだからである。

以上、現在の廃棄物管理政策を大きく二つの特徴によって述べてきた。本研究では、現在の廃棄物管理政策を批判的にとらえることで今後の廃棄物管理政策の在り方を考えていくことを大きな目的としている。そこで、現在の廃棄物管理政策にはどのような課題が存在するのであろうか。本論文では、廃棄物管理の優先順位として最上位である「リデュース」が現在の廃棄物管理政策において果たすべき役割について検討していく。つまり、前述したように現在の廃棄物管理政策では「リサイクル・リユース」対策が中心となっているが、「リデュース」対策は不必要なのであろうか。もし必要であるならば、どのような時に必要なのであろうか。このような点について、経済モデルを用いた理論分析によって明らかにしていくことを本論文の目的とする。

したがって、本論文の目的は、耐久消費財からの廃棄物「リデュース」の観点から、現在の廃棄物管理政策について経済学的視点から分析することである。特に、我々は消費者による耐久消費財からの廃棄物リデュース行動の一つとして、「製品長寿命化」に焦点を当てる。ここで製品長寿命化とは、耐久消費財に特有の消費者行動であり、具体的には製品のリペアーを行うことで新品に買い換えずに引き続き保有することや、製品メンテナンスを行うことで製品が使用不可能となる時期を延ばすなどを意味している。つまり、製品長寿命化とは、消費者が保有している製品に対して何らかの費用をかけて、その製品寿命を延長することを意味する。以上の

ような、消費者による廃棄物リデュース行動を明示的に扱うことによって、耐久消費財からの廃棄物に対する有効な政策手段について議論することができるであろう。

耐久消費財と廃棄物問題との関係を経済学的視点から扱っている先行研究としては、小出（1998）とShinkuma（2006）が挙げられる。小出（1998）では、耐久消費財に関する二期間モデルを用いて、生産者によるリサイクリング行動を新たに導入し、税・補助金等の経済的誘因が利潤に及ぼす影響に関する理論分析を行っている。また、Shinkuma（2006）では、耐久消費財のケースでの排出時・前払い処理手数料政策に関する理論分析を行っている。これらの先行研究と本論文との大きな違いは、消費者行動の扱い方にある。まず我々は、耐久消費財の所有者である消費者が製品の排出時期(製品寿命)を決定するという現実的な側面を重視する。これは、小出（1998）とShinkuma（2006）において外生的なものとして見なされていた点であり、我々は消費者が排出時期に決定可能な状況を導入する。

一方で、我々が強調する耐久消費財に関する消費者行動についての先行研究を確認しておく。耐久消費財に関する消費者の合理的行動について分析したものは、Barro（1972）が初めてであろう。そこでは、耐久消費財を購入し、そのサービス・フローを消費し、每期耐久消費財ストックを維持するような消費者が効用最大化行動を用いて説明されている。その後、Parks（1974）においてはBarro（1972）の定式化に沿って消費者による取引費用や製品の機能費用を導入したモデルを構築している。これらの論文においては、消費者のリペアー・メンテナンス行動の面は明らかにされていなかったが、Schmalensee（1974）、Su（1975）やParks（1979）において、耐久消費財に関する消費者のリペアーまたはメンテナンス行動が明示的に導入された。しかしながら、これら一連の論文での消費者の目的はサービス単位当たり支出の最小化であり、耐久消費財からのサービスが消費者の効用に与える影響については捨象されていた。さらにEpple and Zelenitz（1977）において消費者の効用最大化行動にParks（1974）におい

て考察された機能的費用と耐久消費財単位当たりサービス消費量を決定する使用強度を導入したモデルによる理論分析が行われた。近年に入り、Mann (1992) はメンテナンス活動を行う消費者行動が分析され、Kinokuni (1999) においては、リペアー市場についての考察がなされた。以上から、耐久消費財のリペアー・メンテナンス活動は先行研究において十分なモデル化がなされていることが分かる。しかし、これらの研究の焦点は耐久消費財市場の構造が耐久性水準に与える影響にあるため、消費者のリペアー・メンテナンス行動は十分な扱いを受けて来なかった。そこで我々は、廃棄物リデュースの観点から、以上の先行研究を参考にしつつ消費者のリペアー・メンテナンス行動を詳細に扱っていく。

本研究で用いるモデルは、先に述べた先行研究（小出, 1998; Runkel, 2004）においても用いられたものであり、Bulow (1982; 1986) により初めて展開された耐久財に関する二期間モデルを消費者のリペアー行動に焦点を当てる形で拡張したものである<sup>2)</sup>。Bulowのモデルを用いた先行研究としては、Goering and Boyce (1996) によって汚染物質排出の外部性を考慮する形で展開され、そしてRunkel (2004) によって廃棄物問題を導入したモデルに拡張がなされた。しかし、これらの論文では生産者行動のみに焦点が当てられていたため、消費者の行動は耐久消費財サービス需要関数によって単純に表現されていた。我々は消費者によるリペアー行動を二期間モデルによって構築することを試みる。

最後に、本論文の構成は次の通りとなる。次節では、本分析で用いる経済モデルの基本的な諸仮定を説明し、その後、本経済における社会的厚生を定義する。そこから経済が社会的厚生を最大化するための条件、つまり社会的最適を達成するための条件を導出する。そして第三節では、現在の廃棄物管理政策を前提としてリデュース政策が果たす役割について理論分析を行っていく。最後の第四節では、現実の家電、自動車、パソコンとい

---

2) 我々の用いる二期間モデルにおいては、耐久消費財の消費者によるリペアーとメンテナンスには大きな違いは生じない。そのため、以下ではメンテナンス行動と呼んでおく。

った耐久消費財からの廃棄物に対する政策に対して、本分析がどのような貢献をもたらすのかを述べ、今後の分析課題を取り上げて本論文の結論とする。

## 2. 経済モデルの諸仮定と社会的最適

本節では、最初に本分析で用いられる経済モデルを構築する上で必要な基本的な諸仮定を説明していく。次に、政策評価の基準として用いられる本経済における社会的厚生を定義し、社会的厚生を最大化した状態を表す社会的最適が達成される条件を導出していく。

本モデルで想定される経済には、耐久消費財市場が存在する。市場は完全競争であり、耐久消費財を購入・使用する消費者と、耐久消費財を生産・販売する生産者が存在する。

完全競争の仮定より、消費者と生産者はいずれも同質的な主体であり、以下では代表的な消費者と生産者の行動を確認していく。また期間は、前期と今期、今期と来期、あるいは1期目と2期目といった2期間のみを考慮する。

最初に、消費者行動について確認する。消費者は、各期において耐久消費財とその他の財の購入を行っている。その他の財については各期の購入に伴い効用が得られるが、耐久消費財については各期に保有している耐久消費財の総量からサービスを消費することで効用が得られるものとする。ここでは、各期に保有している耐久消費財の総量から一定のサービスが得られ、一般性を失うことなく1に等しいと仮定する。つまり、各期に保有している耐久消費財の総量と各期に耐久消費財から得るサービス消費量とが一致することを意味し、それを次のように表しておく。

$$y_t = x_t + \theta_t y_{t-1} \quad (1)$$

ここで、 $y_t$  は  $t$  期において保有している耐久消費財の総量（つまり、 $t$  期

における耐久消費財からのサービス消費量)であり、 $x_t$ は $t$ 期における耐久消費財の購入量、そして $\theta_t \cdot y_{t-1}$ は前期から持ち越した耐久消費財の量を表している。また、 $\theta_t$ は前期から今期へ耐久消費財を持ち越す割合を表し、ここでは保有率と呼んでおく。この保有率は今期に行うメンテナンス・サービスの水準に依存するものとし、その関係を次のように表す。

$$\theta_t(m_t) \quad (2)$$

ここで、 $m_t$ は $t$ 期におけるメンテナンス・サービス水準であり、消費者によるメンテナンス・サービス消費量が多くなればなるほど、この保有率は上昇すると仮定し、それを $\theta'_t > 0$ と表す。

また、各期において耐久消費財からのサービス消費とその他の財の消費から得られる満足は効用関数によって表現されるものとし、それを次の式で表すことにする。

$$u_t = U_t(y_t) + z_t \quad (3)$$

ここで、 $U_t(y_t)$ は $t$ 期における耐久消費財からのサービス消費を通じた効用水準を表し、 $z_t$ は $t$ 期におけるその他の財の消費量を表している。また、耐久消費財からのサービス消費を通じた効用については、サービス消費量の増加に伴い効用水準も増加するが、その水準は逡減していくものと仮定し、 $U'_t > 0$ 、 $U''_t < 0$ で表す。一方で、その他の財の消費を通じた効用については、分析の単純化のために線形を仮定する。つまり、部分均衡分析で通常使われる準線形の効用関数が仮定される。

次に、消費者は耐久消費財やその他の財の消費に伴い、廃棄物を排出している。その他の財からの廃棄物の排出については考慮しないが、 $t$ 期における耐久消費財からの廃棄物排出量は、前期の耐久消費財総量から今期の耐久消費財持越し量を差し引いたものとして定義され、次の式で表されるものとする。



$$g_t = y_{t-1} - \theta_t y_{t-1} = (1 - \theta_t) y_{t-1} \quad (4)$$

ここで、 $g_t$  は  $t$  期における耐久消費財からの廃棄物排出量を表しており、 $(1 - \theta_t)$  をここでは排出率と呼んでおく。この排出率は消費者によるメンテナンス・サービス消費量に依存しており、メンテナンス・サービス消費が高まるほど保有率が上昇するため、逆に排出率は低下することになる。つまり、今期における耐久消費財からの廃棄物排出量は、前期の耐久消費財総量と今期のメンテナンス・サービス水準とに依存していることが分かる。

そして、各期において消費者が直面する予算制約式は次のように表しておく。

$$\bar{I}_t = p_t x_t + C_{M_t}(m_t) + z_t \quad (5)$$

ここで、 $\bar{I}_t$  は  $t$  期における所得水準を表しており、外生的に所与である。また、 $p_t$  は  $t$  期における耐久消費財一単位当たりの価格を表している。そして、 $C_{M_t}(m_t)$  は  $t$  期におけるメンテナンス・サービス消費に伴う費用を表しており、メンテナンス・サービスの消費量が高まる程、その費用は増加すると仮定し、 $C'_{M_t} > 0$  で表す。さらに、その他の財の価格については基準化され、一般性を失うことなく 1 を仮定しておく。最後に、分析の単純化のため貯蓄行動は考慮しないため、各期の所得は各期の消費支出に等しくなることに注意が必要である。

以上、消費者の基本的な諸仮定であるが、以下では分析結果を明確にするために次のような特別な仮定をおくことにする。第 1 に、1 期目の耐久消費財総量はその期の耐久消費財購入量だけであるとする。つまり、1 期目以前に保有している耐久消費財は存在せず、1 期目が消費者の新規購入であることになる。第 2 に、1 期目と 2 期目での割引率はゼロであるとする。その時、各期の耐久消費財総量（すなわち、各期の耐久消費財からのサービス消費量）は、各々次のように表すことができる。

$$y_1 = x_1 \quad (7a)$$

$$y_2 = x_2 + \theta(m) x_1 \quad (7b)$$

ここで、保有率  $\theta(m)$  については本モデルでは 2 期目のみ存在することになるため、下付き文字は省略していることに注意が必要である。また、二期間を通じた効用は 1 期目と 2 期目の効用関数の合計で定義することができ、次のように表しておくことにする。

$$u = U_1(y_1) + U_2(y_2) + Z \quad (8)$$

ここで、 $Z = z_1 + z_2$  はその他の財の消費量（つまりその他の財の消費を通じた効用）を二期間に渡って合計したものである。そして、各期の耐久消費財からの廃棄物排出量は、各々次のようになる。

$$g_1 = 0 \quad (9a)$$

$$g_2 = (1 - \theta) x_1 \quad (9b)$$

ここで、1 期目以前には耐久消費財を購入していないと仮定するため、1 期目の耐久消費財からの廃棄物排出量  $g_1$  は存在しないことに注意が必要である。

さらに、二期間を通じた予算制約式は 1 期目と 2 期目の予算制約式の合計で定義され、次のように表しておく。

$$\bar{I} = p_1 x_1 + p_2 x_2 + C_M(m) + Z \quad (10)$$

ここで、 $\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$  は 1 期目と 2 期目の所得水準の合計である。最終的に、この二期間を通じた予算制約式を  $Z$  について解き、(8) 式で表される二期間を通じた効用関数の  $Z$  に代入することによって、本モデルにおける消費者の効用は次のように表することができる。

$$U_1(y_1) + U_2(y_2) + \bar{I} - p_1 x_1 - p_2 x_2 - C_M(m) \quad (11)$$

次に、生産者行動について確認していく。生産者は、各期において耐久消費財の生産・販売により利潤を得ており、それを次のように表しておく。

$$\pi_t = p_t x_t - C_t(x_t) \quad (12)$$

ここで、 $C_t(x_t)$  は  $t$  期における耐久消費財の生産に伴う費用関数であり、耐久消費財の生産量の増加に伴い費用は増加し、その費用の増加は通増していくと仮定し、 $C'_t > 0$ 、 $C''_t > 0$  と表しておく。さらに、固定費用は存在しないものとする。その時、二期間を通じた利潤は 1 期目と 2 期目の利潤の合計として定義され、生産者の利潤は次のように表することができる。

$$\pi = p_1 x_1 + p_2 x_2 - C_1(x_1) - C_2(x_2) \quad (13)$$

最後に、耐久消費財からの廃棄物の処理活動についての仮定を行っておく。消費者によって排出された耐久消費財からの廃棄物は適正処理がなされないと、水質汚染や土壌汚染などの原因となり環境問題を生じさせてしまう。しかし本分析では耐久消費財からの廃棄物がもたらす環境負荷は考慮せず、適正処理に伴う費用のみを考慮する。耐久消費財からの廃棄物の適正処理方法として、廃棄物の収集・運搬、破碎・分別、希少資源を中心とした再資源化、そして残差の最終処分といった処理工程が一般的に想定される。そこで廃棄物の収集・運搬にともなう費用を  $c_G(g_2)$ 、破碎・分別や再資源化に伴う費用を  $c_R(r)$ 、そして残差の最終処分に伴う費用を  $c_W(w)$  で表すことにする。ここで、 $r$  は収集・運搬された廃棄物から取り出される再生資源量を表し、その取り出される割合を  $\alpha$  で示すことで、その関係は  $r = \alpha g_2$  で表すことができる。また、 $w$  は最終処分される残差量を表しており、その関係は  $w = g_2 - r$  で表すことができる。さらに、以上三種類の適正処理に伴う費用については各変量の増加に伴い増加するものと仮定しておく。その時、再生資源量と排出された耐久消費財からの廃棄物の関係である  $r = \alpha g_2$  と残差量と排出された廃棄物の関係である  $w = g_2 - r = (1 - \alpha)g_2$  を用いると、適正処理にともなう総費用は次のよ

うに表すことができる。

$$C_G(g_2) = c_G(g_2) + c_R(\alpha g_2) + c_W[(1-\alpha)g_2] \quad (14)$$

以上、消費者行動、生産者行動、そして耐久消費財からの廃棄物の処理活動について確認してきたが、次に本経済の社会的に望ましい状態について定義しておく。これは、次節以降の分析に必要となるものであり、それは本経済における社会的厚生が最大化された状態として示されるものとする。そして、その最大化された状態を表す条件をここでは社会的最適を達成するための条件として表現しておく。

最初に、本経済における社会的厚生は、消費者余剰と生産者余剰の合計からなる耐久消費財市場における社会的総余剰から、廃棄物の処理活動にともなう費用を差し引いたものとして定義することができる。最初に、消費者余剰は(11)式を用いると次のように表すことができる。

$$CS = U_1(y_1) + U_2(y_2) - p_1x_1 - p_2x_2 - C_M(m) \quad (15)$$

また、生産者余剰は固定費用が存在しないため、(13)式と一致し、

$$PS = p_1x_1 + p_2x_2 - C_1(x_1) - C_2(x_2) \quad (16)$$

したがって、社会的厚生は(14)式も用いると次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} S &= CS + PS - C_G \\ &= U_1(y_1) + U_2(y_2) - C_1(x_1) - C_2(x_2) - C_M(m) - C_G(g_2) \end{aligned} \quad (17)$$

ここから、社会的最適を達成するための条件は、社会的厚生を表す(17)式を1期目と2期目の耐久消費財購入量（あるいは生産・販売量）とメンテナンス・サービス水準について偏微分してゼロに等しくおくことにより、次の3本の式によって表現される。

$$\partial S / \partial x_1 = U'_1 + \theta U'_2 - C'_1 - (1 - \theta) C'_G = 0 \quad (18a)$$

$$\partial S / \partial x_2 = U'_2 - C'_1 = 0 \quad (18b)$$

$$\partial S / \partial m = U'_2 \theta' x_1 - C'_M + C'_G \theta x_1 = 0 \quad (18c)$$

### 3. 拡大生産者責任とリデュース政策の役割

本節では、前節で構築した経済モデルを用いて、拡大生産者責任との関係からリデュース政策の役割について理論的に明らかにしていく。

最初に、拡大生産者責任の特徴について検討していく。本分析では、拡大生産者責任を物理的責任と財政的責任の二つに分けて考えていくことにする。物理的責任とは、ある主体に対して耐久消費財からの廃棄物の適正処理を実施する責任を与えるものと解釈される。現実には、家電、自動車、またはパソコンに関する廃棄物のリサイクルでは、生産者に対して物理的責任が与えられている。そのため、生産者は耐久消費財の生産・販売だけではなく、耐久消費財からの廃棄物の適正処理も行わなければならない。

次に財政的責任とは、ある主体に対して耐久消費財からの廃棄物の適正処理の実施にともなう費用を支払う責任を与えるものと解釈される。現実には、家電、自動車、パソコンのリサイクルでは消費者に対して財政的責任が与えられている。そのため、消費者は耐久消費財の購入だけではなく、耐久消費財からの廃棄物の適正処理にともなう費用を支払わなければならない。この財政的責任を扱うときに注意が必要なのは、耐久消費財が購入されるときに責任が果たされるのか、それとも耐久消費財からの廃棄物を排出するときに責任が果たされるのかという違いである。通常、前者のように製品を購入する段階で適正処理に伴う費用を支払う方法のことを前払い方式、後者のように購入した製品を廃棄物として排出する段階で適正処理に伴う費用を支払う方法のことを後払い方式と呼ばれている。現実には、この二つの方式はどちらかが選択されている。たとえば、自動車やパソコ

ンのリサイクル法制度では前払い方式が採用されており、家電リサイクル法では後払い方式が採用されている。

次に、我々は現実には未だ検討すらほとんどなされていないリデュース政策が現在の廃棄物管理政策に果たす役割を明らかにするため、耐久消費財のメンテナンス・サービス消費量に応じて消費者へ補助金が支給される状況を想定する。これは、消費者がメンテナンス・サービスを消費する際に補助金が支給されることによって、メンテナンス活動が促進されることで保有率を高めることを主目的としたものである。そして、保有率を高めることにより排出率を低めることができるため、耐久消費財からの廃棄物のリデュースを促進する政策手段であるといえるのである。

以上の拡大生産者責任の特徴づけとメンテナンス補助金というリデュース政策を本モデルに導入したうえで、消費者の効用最大化行動と生産者の利潤最大化行動を確認し、その後、本経済における均衡条件を導出していく。

最初に、消費者の効用最大化行動から確認する。先ほど述べたように消費者には財政的責任が与えられるため、前払い方式か後払い方式いずれかの方法でその責任が果たされることになる。ここで、前払い方式の場合の耐久消費財からの廃棄物排出単位当たり料率を  $p_A$ 、後払い方式の場合の耐久消費財からの廃棄物排出単位当たり料率  $p_D$  で表すことにする。一方で、リデュース政策としてメンテナンス補助金についてはメンテナンス・サービス消費量単位当たり補助率を  $\sigma$  で表すことにする。その時、消費者は次の効用を最大化するように各期の耐久消費財購入量とメンテナンス・サービス消費量を選択することになる。

$$U_1(y_1) + U_2(y_2) + \bar{I} - p_1x_1 - p_2x_2 - C_M(m) - p_Ax_1 - p_Dg_2 + \sigma m \quad (19)$$

ここで、前払い方式の場合の耐久消費財からの廃棄物に関する料金は  $p_Ax_1$ 、後払い方式の場合の耐久消費財からの廃棄物に関する料金は  $p_Dg_2$ 、そしてメンテナンス・サービス消費に伴う補助金は  $\sigma m$  によって表されて

いる。また、前払い方式の場合には耐久消費財の購入量に応じた料金となるのに対して、後払い方式の場合には耐久消費財からの廃棄物の排出量に応じた料金となることに注意が必要である。さらに、1期目と2期目に耐久消費財を購入しているため、前払い方式の場合には1期目と2期目で処理料金が発生し、2期目の料金は次の期（つまり3期目以降）に発生した耐久消費財からの廃棄物の適正処理に充てられることになる。しかしながら、本モデルでは3期目の適正処理にともなう費用は存在しないため、2期目に発生する前払い方式の料金についてもここでは考慮しないことにする。

以上より、効用最大化条件は、1期目と2期目の耐久消費財購入量とメンテナンス・サービス消費量について(19)式を偏微分することによって次の3本の式で表すことができる。

$$x_1 : U'_1 + \theta U'_2 - p_1 - p_A - (1 - \theta)p_D = 0 \quad (20a)$$

$$x_2 : U'_2 - p_2 = 0 \quad (20b)$$

$$m : U'_2 \theta' x_1 - C'_M + p_D \theta' x_1 + \sigma = 0 \quad (20c)$$

ここで、前払い方式と後払い方式は最終的にどちらかに選択されることに注意が必要である。

次に、生産者行動を確認していく。物理的責任により生産者は耐久消費財からの廃棄物の適正処理を実施する必要がある。ただし、生産者自身が再資源化・処理工程を行うために自前で工場・設備を備える場合もあるが、既存企業の工場・設備を利用する場合もある。そこで、本分析では既存企業の工場・設備を利用する場合を想定する<sup>3)</sup>。そこで、本分析では従来から廃棄物の処理活動を行っていた処理業者に生産者は適正処理を完全に委託し、耐久消費財の生産と耐久消費財からの廃棄物の適正処理とは完全に独立しているものとする。したがって、生産者は(13)式で定義された利

3) 自前で工場・設備を設置する場合には、耐久消費財の生産に伴う費用との関係や耐久消費財市場の競争状態にも影響が及ぶ可能性が十分に考えられる。

潤を最大化するように 1 期目と 2 期目の耐久消費財の生産量を選択することになる。その時、利潤最大化条件は、(13) 式を各期の耐久消費財の生産量について偏微分することによって次の 2 本の式で表すことができる。

$$x_1 : p_1 - C'_1 = 0 \quad (21a)$$

$$x_2 : p_2 - C'_2 = 0 \quad (21b)$$

以上より、本経済における均衡条件は、(21a) 式を (20a) 式に  $p_1$  について代入し、同様に (21b) 式を (20b) 式に  $p_2$  について代入することによって、次の 3 本の式で表現される。

$$U'_1 + \theta U'_2 - C'_1 - p_A - (1 - \theta) p_D = 0 \quad (22a)$$

$$U'_2 - C'_2 = 0 \quad (22b)$$

$$U'_2 \theta' x_1 - C'_M + p_D \theta' x_1 + \sigma = 0 \quad (22c)$$

以下では、リデュース政策が現在の廃棄物管理政策に果たす役割について理論的に検討していく。その検討方法については、まず (22a-c) 式は本経済において拡大生産者責任で代表される現在の廃棄物管理政策が導入された状態の均衡条件を表している。ただし、現在の廃棄物管理政策では導入されていないリデュース政策が含まれている。また (18a-c) 式は本経済において社会的厚生が最大化された状態を達成するための条件を表している。したがって、二つの条件を各々の式あるいは全体で比較し、リデュース政策つまりメンテナンス補助金が無くても二つの条件が一致するならば、現在の廃棄物管理政策の下での経済が社会的厚生を最大化していることになる。つまり、現在の廃棄物管理政策においてリデュース政策という新たな手段は不必要ということになる。しかしながら、二つの条件が一致しない場合には、現在の廃棄物管理政策の下での経済が社会的厚生を最大化することに失敗しているということになる。したがって、その時にはリデュース政策が果たす役割を明らかにすることができることになる。

以上の検討方法に沿って分析を行っていくが、ここで処理料金を誰がど



のように設定するかという問題に細心の注意を払う必要がある。実は、先ほど導出された経済均衡条件には、耐久消費財からの廃棄物を適正処理する主体の行動が含まれていないのである。廃棄物政策の経済分析に関する先行研究では、廃棄物の適正処理にともなう料金の設定は政府・自治体などの規制当局によって行われると暗黙に仮定している。しかしながら、現実には適正処理にともなう料金の設定は、物理的責任が与えられた主体によって行われている。たとえば家電リサイクル法などでは、法律上料金設定によって正常利潤以上を得ないよう求めることが記されているが、実際には適正処理を行う主体の意思決定にある程度任されている。適正処理を行う主体は民間企業が中心であることから、先行研究が暗黙に仮定するように社会的厚生を最大化するような処理料金を設定することは無いと考えるのが自然であろう。つまり、処理料金を規制当局が社会的厚生を最大化するように設定すると考える事は、現実の側面からは厳しい仮定と言わざるを得ない。逆にこの仮定を緩めて、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定すると想定することによって、はじめてリデュース政策の役割が明確なものとして現れる。そこで、以下では最初に先行研究と同様に規制当局が処理料金を設定するという想定の場合のリデュース政策の役割について確認し、その後その仮定を緩めて適正処理を行う民間企業が処理料金を設定するという想定の場合のリデュース政策の役割について検討していくことにする。

最初に、規制当局が処理料金を設定するという仮定の下で、社会的最適を達成するための条件と経済均衡を達成するための条件を比較していく。規制当局が処理料金を設定することは、各方式における料率は社会的厚生を最大化する水準になるということを意味する。それは、本モデルでは社会的最適を達成するための条件である (18a-c) 式が同時に満たされる必要がある。そこで (22a-c) 式と各式について比較していくと、(22b) 式と (18b) 式とは常に一致することが分かる。これは、2 期目の耐久消費財の購入量（あるいは生産・販売量）に関しては直接の政策が必要ない

ことを意味している。すると、残りの (22a) 式と (18a) 式、また (22c) 式と (18c) 式とを比較すると次の二つの関係が得られる。

$$p_A + (1 - \theta)p_D = (1 - \theta)C'_G \quad (23)$$

$$p_D\theta'x_1 + \sigma = C'_G\theta'x_1 \quad (24)$$

つまり、これら二つの式を同時に満たすような政策が必要となる。そこで最初に、前払い方式が採用されている場合を考えてみよう。その時、後払い方式は採用されないため、 $p_A \neq 0$  で  $p_D = 0$  を意味するので、二つの式は次のように書き換えることができる。

$$p_A = (1 - \theta)C'_G \quad (23)'$$

$$\sigma = C'_G\theta'x_1 \quad (24)'$$

ここから、前払い方式が採用されている場合、その料率は (23)' 式を満たすように設定される必要があることが分かる。また、(24)' 式よりメンテナンス補助金が同時に必要であり、その補助率は (24)' 式を満たすように設定される必要があることが分かる。

次に、後払い方式が採用されている場合を考えてみる。その時、前払い方式は採用されないため、 $p_A = 0$  で  $p_D \neq 0$  を意味する。したがって、二つの式は次のように書き換わる。

$$(1 - \theta)p_D = (1 - \theta)C'_G \quad (23)''$$

$$p_D\theta'x_1 + \sigma = C'_G\theta'x_1 \quad (24)''$$

ここから、最初の式より、後払い方式が採用されている場合、その料率は (23)'' 式を満たす必要がある。つまり、両辺から  $(1 - \theta)$  を除すことにより  $p_D = C'_G$  となる。また、この関係を (24)'' 式に用いると、 $\sigma = 0$  が得られる。つまり、メンテナンス補助金は不必要な政策であるということが分かる。

以上、規制当局が処理料金を設定できるという想定の下で、前払い方式

が採用されている場合と後払い方式が採用されている場合の二つのケースでのリデュース政策の必要性については、次の命題でまとめることができる。

命題 1：規制当局が処理料金を設定できると仮定する。その時、前払い方式が採用されている経済ではリデュース政策が必要である。一方で、後払い方式が採用されている経済ではリデュース政策は不必要である。

次に先行研究で通常とられていた規制当局が適正処理料金を設定するという仮定から、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定するという仮定に変更した場合、リデュース政策が果たす役割が変わるのかどうかを検討していく。民間企業が処理料金を設定する場合、その料率の設定に上限が無い限り、利潤を最大化するような処理料金を設定すると考えることができる。最初に、適正処理を行う民間企業の利潤は次のように表すことができる。

$$\Pi = p_G g_2 - C_G(g_2) \quad (25)$$

ここで、 $p_G$  は耐久消費財からの廃棄物の適正処理料金の料率を表しており、前払い方式が採用された場合には  $p_A$  であり、後払い方式が採用された場合には  $p_D$  となることに注意が必要である。今、分析の単純化のため、適正処理を行う民間企業が多数存在し、それらが完全競争状態にあるとすると、その適正処理料金の料率は次の利潤最大化条件を満たす必要がある。

$$p_G - C'_G = 0 \quad (26)$$

つまり、前払い方式が採用されても後払い方式が採用されても、適正処理料金の料率は、 $p_A = p_D = C'_G$  となる。この料率を所与として、社会的最適を達成するための条件である (18a-c) と経済均衡を達成するための条件 (22a-c) 式と比較していくと、最初に (18b) 式と (22b) 式については常に一致することが分かる。しかし、(18a) 式と (22a) 式、また (18c) 式

と (22c) 式については、先ほど導出した (23) 式と (24) 式の関係が得られる。

そこで最初に、前払い方式が採用されている場合から考えると、その時の料率は (26) 式より  $p_A = C'_G$  を (23) 式に代入し、また  $p_D = 0$  より、次の関係が得られる。

$$C'_G = (1 - \theta) C'_G \quad (27)$$

$$\sigma = C'_G \theta' x_1 \quad (28)$$

最初の式はさらに展開すると、 $0 = -\theta C'_G$  が得られ、(18a) 式と (22a) 式とは常に一致しないことが分かる。また、(28) 式よりメンテナンス補助金は必要であり、その料率は (28) 式を満たす必要がある。ここで、前払い方式の下でメンテナンス補助金は必要な政策であるが、それでも社会的最適は達成されていないことに注意が必要である。

次に、後払い方式が採用されている場合を考えると、その時の料率は (26) 式より  $p_D = C'_G$  を (23) 式に代入し、また  $p_A = 0$  より、次の関係が得られる。

$$(1 - \theta) C'_G = (1 - \theta) C'_G \quad (27)'$$

$$C'_G \theta' x_1 + \sigma = C'_G \theta' x_1 \quad (28)'$$

まず、最初の式については常に満たされることが分かる。また二つ目の式についても、メンテナンス補助金を実施されなければ満たされることが分かる。つまり  $\sigma = 0$  である限り満たされることが分かる。したがって、後払い方式が採用されている場合には、メンテナンス補助金は不必要な政策であることが分かる。

以上、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定するという想定の下で、前払い方式が採用されている場合と後払い方式が採用されている場合の二つのケースでのリデュース政策の必要性については、次の命題でまとめることができる。

命題2：適正処理を行う民間企業が処理料金を設定すると仮定する。また、民間企業が完全競争下にあるとき、民間企業は処理料金の料率を限界費用に等しく設定するものとする。そのとき、前払い方式が採用されている経済ではリデュース政策は必要であるが、それだけでは社会的最適を達成することができない。一方で、後払い方式が採用されている経済では、リデュース政策は不必要である。

命題1と命題2から、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定すると想定しても、リデュース政策が現在の廃棄物管理政策へ果たす役割は規制当局が処理料金を設定すると想定した場合と大きな違いはないことが分かる。

そこで、次にさらに現実的な側面を重視してみる。それは、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定する際の制限についてである。たとえば、家電リサイクルの場合には法律により適正利潤を越えるような料率を定めることを禁じている。つまり、限界費用に等しく適正処理料金の料率が設定された場合、それが平均費用を著しく上回ることが認められないという意味である。そこで、料率の設定にこのような上限が定められた場合を想定して、適正処理料金の料率が平均費用に等しく設定された場合を考えてみる。これは正常利潤のみが得られる状態であるが、それは次の条件を満たす水準である。

$$p_G - C_G/g_2 = 0 \quad (29)$$

この時の適正処理料金の料率が、 $p_G = (C_G/g_2) < C'_G$ であるとする、前払い方式が採用されている場合には、社会的最適を達成するためには次の二つの式を満たす必要がある。

$$C_G/g_2 = (1 - \theta)C'_G \quad (30)$$

$$\sigma = C'_G \theta' x_1 \quad (31)$$

この時、メンテナンス補助金は(31)式を満たすためには必要な政策であるが、(30)式は常に満たされない。

次に後払い方式が採用されている場合には、次の二つの式を満たす必要がある。

$$(1 - \theta)C_G/g_2 = (1 - \theta)C'_G \quad (30)'$$

$$(C_G/g_2)\theta'x_1 + \sigma = C'_G\theta'x_1 \quad (31)'$$

この時、メンテナンス補助金は(31)'式を満たすために必要な政策であることが分かる。

以上、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定するが、その料率には上限が設けられていると想定し、前払い方式と後払い方式のどちらが採用されている経済でもリデュース政策が必要となるという結果が得られた。

#### 4. リデュース政策の導入可能性と今後の課題

最後に本節では、現在の廃棄物管理政策に対して今回の分析結果が与える貢献について検討していくことにする。

前節の分析により、適正処理を行う民間企業が処理料金を設定する場合、その設定に何も規制がない場合には、前払い方式が採用されているときにはメンテナンス補助金のようなリデュース政策が必要となるが、後払い方式が採用されているときにはリデュース政策を必要としない。一方で処理料金の設定に何らかの規制が課されている場合には、前払い方式が採用されるときでも後払い方式が採用されるときでもメンテナンス補助金のようなリデュース政策が不可欠となることが理論的に明らかにされた。

以上の分析結果を用いて、現在行われている家電、自動車、そしてパソコンに関するリサイクル政策を例に挙げて、現在の廃棄物管理政策への意義を考えてみる。最初に、パソコンや自動車の場合には前払い方式が採用されている。そこで、もし限界費用に等しく処理料金が設定されている場

合には、自動車やパソコンのリサイクル政策には追加的なリデュース政策が必要であることが分かる。また、家電の場合には後払い方式が採用されている。そして、家電リサイクル法により処理料金には上限が定められている。そのため、現在の家電リサイクルに対する政策には追加的に何らかのリデュース政策が必要であることが分かる。

第1節でも述べたように現在の廃棄物管理政策では、前払い方式や後払い方式といった形で適正処理の料金を支払わせるという形で、消費者への財政的責任を与える拡大生産者責任の考え方が中心となっている。実際の議論では、不法投棄の問題、または海外や国内でのリユースによる非合法ルートへの流出といった現在の法制度から漏れている部分をいかにして合法ルートへ誘導するかという問題が中心となっている。しかし、本研究のテーマのように、そもそも廃棄物を管理するうえで大事なことは「リデュース」であり、それは「リサイクル・リユース」対策だけでは不十分であることを認識し、根本的な廃棄物管理政策体系の見直しが必要であることを本分析によって示唆できれば幸いである。

最後に今後の課題であるが、本分析ではリデュース政策が現在の廃棄物管理政策において果たすべき役割について理論的に明らかにすることが目的であった。そのため、経済理論的な厳密さを幾分犠牲にしてしまっている。第1に、耐久消費財の生産者の行動である。耐久消費財の生産者に関する行動については、本来製品の耐久性を定める側でもある生産者の意思決定は簡略化されてしまった。この点については、1970年代以降から産業組織論の分野で中心的に扱われてきた耐久性の設定問題を参考について拡張していく余地があるであろう。第2に、適正処理費用についてである。今回、適正処理を行う民間企業の行動は非常に単純化されたものになっている。この点についても今後は拡張していく必要がある。第3に、次善政策の検討である。今回の分析では、社会的最適を達成するための条件と、前払い方式あるいは後払い方式とメンテナンス補助金が存在する下での均衡条件とを比較するという形をとったが、これは最善政策の検討に用いられ

る方法である。しかしながら、もし何らかの理由で最善政策が実施不可能であるならば、限られた政策が経済均衡に及ぼす影響を考慮した上で社会的厚生を最大化するための条件を満たす政策手段の組み合わせを検討するという形で、次善政策を行うことができる。この次善政策の検討により、例えば民間企業による平均費用に基づいた処理料金の下で、メンテナンス補助金の水準が前払い方式と後払い方式でどの程度異なり、どちらの方が大きくなるのかといった点が検討可能となる。それにより、さらにリデュース政策の分析を拡充することが出来るであろう。



〈参考文献〉

- Barro, R. J. (1972), Monopoly and Contrived Depreciation, *Journal of Political Economy*, 80, 589-602.
- Bullock, J. (1982), Durable-Goods Monopolists, *Journal of Political Economy*, 90, 314-332.
- Bullock, J. (1986), An Economic Theory of Planned Obsolescence, *Quarterly Journal of Economics*, 729-749.
- Epplé, D and Zelenitz, A. (1977), Consumer Durables: Product Characteristics and Marketing Policies, *Southern Economic Journal*, 277-287.
- Goering, G. and Boyce, J. (1996), Taxation and Market Power when Products are Durable, *Journal of Regulatory Economics*, 83-94.
- Kinokuni, H. (1999), Repair Market Structure, Product Durability, and Monopoly, *Australian Economic Paper*, 343-353.
- 小出秀雄. (1998), 「独占的リサイクリングの収益性」, *Economia*, 18-30.
- Mann, D. (1992), Durable Goods Monopoly and Maintenance, *International Journal of Industrial Organization*, 65-79.
- Parks, R. (1974), The Demand and Supply of Durable Goods and Durability, *American Economic Review*, 37-55.
- Parks, R. (1979), Durability, Maintenance, and the Price of Used Assets, *Economic Inquiry*, 197-217.
- Runkel, M. (2004), *Environmental and Resource Policy for Consumer Durables*, Springer.
- Schmalensee, R. (1974), Market Structure, Durability, and Maintenance Effort, *Review of Economic Studies*, 277-287.
- Shinkuma, T. (2006), Reconsideration of an advance disposal fee policy for end-of-life durable goods, *Journal of Environmental Economics and Management*, 53, 110-121.
- Su, T. (1975), Durability of Consumption Goods Reconsidered, *American Economic Review*, 148-157.

## An Economic Analysis of the Policy to Reduce Waste from Durable Goods

Hideyuki AKAISHI

### 《Abstract》

In this paper, we research the role of the Policy to Reduce Waste from Durable Goods under Extended Producer Responsibility. This research shows that we need such a policy not only when there is an advance recycling fee but also when there is a recycling fee of any kind.

We focus on the problem of setting the recycling fee. In particular, we demonstrate the relationship between the role of the policy and that of the actor who sets the fee.